



Syria
Archéologie, art et histoire

91 | 2014
Varia

Étude technique d'une perle en or de Tell Banat (Syrie) et réflexion sur la diffusion des savoirs au III^e millénaire av. J.-C.

Romain Prévalet



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/syria/2121>

DOI : 10.4000/syria.2121

ISSN : 2076-8435

Éditeur

IFPO - Institut français du Proche-Orient

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2014

Pagination : 247-260

ISBN : 9782351597149

ISSN : 0039-7946

Référence électronique

Romain Prévalet, « Étude technique d'une perle en or de Tell Banat (Syrie) et réflexion sur la diffusion des savoirs au III^e millénaire av. J.-C. », *Syria* [En ligne], 91 | 2014, mis en ligne le 01 juillet 2016, consulté le 20 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/syria/2121> ; DOI : 10.4000/syria.2121

ÉTUDE TECHNIQUE D'UNE PERLE EN OR DE TELL BANAT (SYRIE) ET RÉFLEXION SUR LA DIFFUSION DES SAVOIRS AU III^e MILLÉNAIRE AV. J.-C.

Romain PRÉVALET

Chercheur associé, UMR 7041 ArScAn, Maison Archéologie & Ethnologie, Nanterre

Résumé – Grâce à l'expertise technique des artefacts en métaux précieux, le bijou en or est révélé dans la plus grande précision jusqu'au cœur de sa structure. Ce souci de considérer l'objet comme un assemblage d'éléments résultant de mécanismes opératoires volontairement définis, qui s'inscrivent dans un cadre socio-culturel spécifique, offre de nouvelles perspectives d'analyse des savoir-faire artisanaux. En s'appuyant sur une pièce unique caractérisée par une décoration filigranée et granulée, l'étude vise à reconstituer les procédés techniques en usage à Tell Banat, en Syrie, et à aborder les phénomènes de diffusion des savoirs du travail de l'or du Proche-Orient au Nord-Est égéen durant la seconde moitié du III^e millénaire.

Mots-clés – Syrie, Bronze ancien, artisanat, bijou, techniques

Abstract – Thanks to the technical investigation of precious metals artifacts, the gold jewel is very finely described into its structural parts. Object is now considered as an association of elements intentionally produced which give new opportunities to analyze craftsmanship's know-how. By examining a unique bead specifically ornamented with filigree and granulation, the reconstruction of technical processes which were employed at Tell Banat (Syria) is presented. Then, the study lead to a better understanding of the diffusion of gold working knowledge through the Near East to the North-East Aegean during the second half of the 3rd millennium B.C.

Keywords – Syria, Early Bronze Age, Arts and Craft, Jewels, Techniques

ملخص – يتجلى إتقان صنع الحلية الذهبية بتصنيعها الفائق الإتقان حتى في قلب تركيبها. بفضل الاختبارات التقنية لتحف المعادن الثمينة. يقدم هذا الطرح الحلية من منظور خليلي جديد لطرق صناعتها على أنها تجميع لعناصر وناتج عن آليات محددة سُجِّلَت في إطار اجتماعي وثقافي خاص. تهدف الدراسة لإعادة بناء الخطوات التقنية المستخدمة في تل بنات في سوريا والتنويه إلى ظواهر نشر تعاليم وطرق شغل الذهب امتداداً من الشرق الأدنى إلى شمال شرق بحر إيجة خلال النصف الثاني من الألفية الثالثة بالاستناد على قطعة تتفرد بتقنيتي الخيوط الذهبية والتحبيب.

كلمات محورية – سوريا. عصر البرونز القديم. فنون وحرف يدوية. حلي. تقنيات

* L'auteur remercie Nour Kharboutly et Chadi Hatoum pour la traduction en arabe du résumé et des mots-clés.

Le centre urbain du III^e millénaire de Tell Banat, installé sur la rive gauche de la moyenne vallée de l'Euphrate en Syrie, a été fouillé de 1989 à 1999 par la mission américaine dirigée par Th. McClellan et A. Porter ¹ (fig. 1).

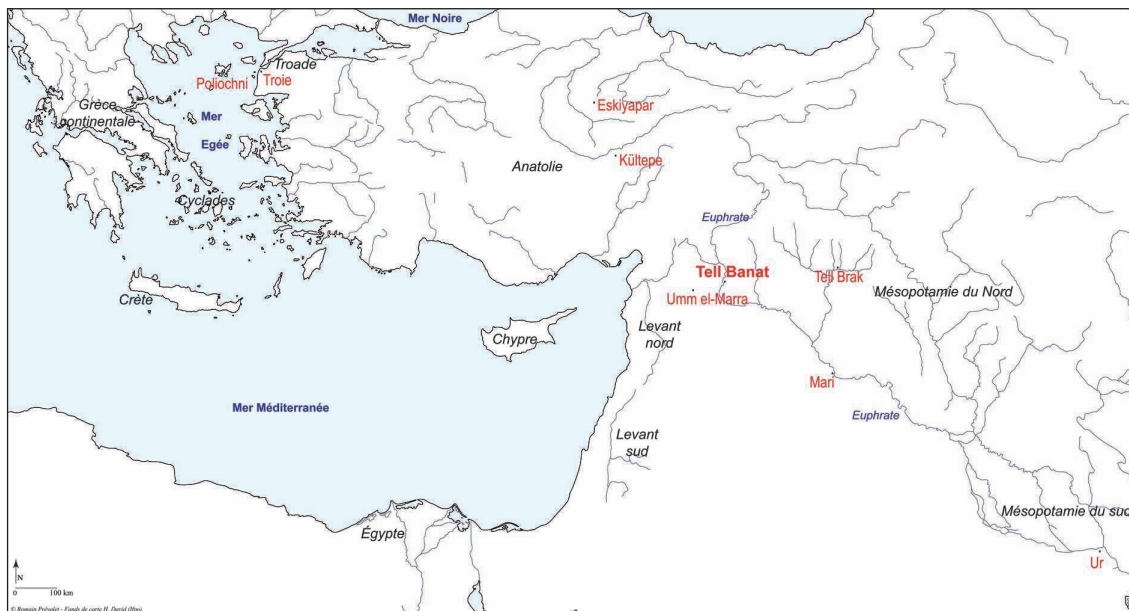


Figure 1. Localisation du site de Tell Banat et vue du site © R. Prévalet, fond de carte H. David (Ifpo).

L'investigation de terrain, intervenue avant la submersion complète du site par le fleuve, a permis de définir quatre périodes d'occupation entre 2600 et 2000 av. J.-C. sur les différentes zones du complexe de Tell Banat. Plusieurs tombes ont été découvertes dans la zone du centre urbain avec du matériel représentatif du milieu et de la seconde moitié du III^e millénaire. La tombe 7 se compose de plusieurs chambres, d'un *dromos* et d'une entrée creusés dans la roche (8 x 10 m), dont la construction serait datée de la période Banat IV (2600-2450 av. J.-C.) et sa dernière utilisation de Banat III (2450-2300 av. J.-C.) ². Elle a livré une grande quantité d'objets manufacturés divers, dont une collection impressionnante de bijoux en or — environ 1 000 pièces — parmi lesquels se trouve une perle dont la décoration filigranée et granulée présente un grand intérêt pour la définition des phases d'évolution du travail de l'or au Proche-Orient et en Méditerranée orientale au cours du Bronze ancien ³.

DESCRIPTION GÉNÉRALE

L'objet en question est une perle tubulaire de 7,57 mm de longueur et de 3,80-3,90 mm de diamètre avec son décor (fig. 2).

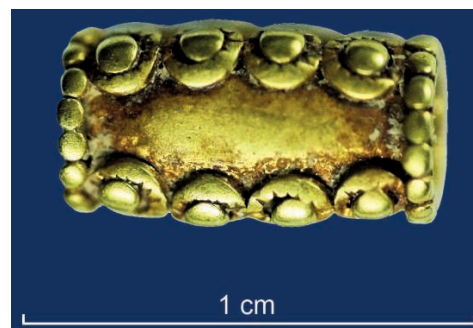


Figure 2. Vue générale de la perle. Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.

1. PORTER & MCCLELLAN 1998 ; MCCLELLAN & PORTER 1999. Je les remercie de m'avoir confié l'étude et la publication des bijoux en or de Tell Banat ; la publication finale est en cours de rédaction. MCCLELLAN & PORTER 1999, p. 109-110 ; PORTER 1999, 2002a-b, 2007a-b et 2007-2008.

2. MCCLELLAN & PORTER 1999, p. 109-110 ; PORTER 1999, 2002a et b, 2007a et b et 2007-2008.

3. Une synthèse générale de l'évolution des techniques de bijouterie en Syrie est proposée dans PRÉVALET sous presse.

Elle se compose d'une feuille de moins de 2/10 de mm d'épaisseur, dont les bords ont été joints pour former un tube. Un décor de fils et de granules a été apposé sur la perle de manière à créer quatre faces. Il se compose de lignes de quatre éléments décoratifs juxtaposés, identiques, se constituant d'un gros granule entouré d'un fil.

Le métal utilisé est un or jaune, relativement foncé, recouvert d'une patine rougeâtre soutenue autour des éléments du décor — en raison de la présence de cuivre au niveau des joints de soudure (*infra*).

ANALYSE DES TECHNIQUES DE FABRICATION

La méthode appliquée à la reconstitution technique des étapes de la chaîne opératoire de cet objet se fonde sur un examen direct macro- et microscopique ⁴, parallèlement à des essais en atelier. Cette méthodologie de travail, qui s'appuie aussi sur l'étude des textes relatifs aux matériaux et à l'alchimie de l'Antiquité à la Renaissance, a été élaborée et spécialement appliquée à l'étude des métaux précieux antiques. Elle a été développée, testée et validée au cours de ma recherche doctorale qui a permis de définir une série de critères diagnostiques à l'identification des techniques, méthodes, gestes, outils et savoir-faire mobilisés pour le travail de l'or à l'âge du Bronze ⁵. L'étude de la perle de Tell Banat a constitué un point fondamental de cette recherche dont je présente ci-dessous en détail les multiples intérêts techniques, puis l'importance qu'elle révèle pour la compréhension des mécanismes de diffusion des savoirs artisanaux au III^e millénaire.

Simplicité de la mise en forme de la perle

L'observation effectuée, même à l'échelle microscopique ⁶, n'a pas été en mesure de détailler avec certitude la fabrication du tube qui constitue la perle, sans son décor. Deux raisons expliquent cette limite de l'étude : l'absence de traces à la surface du métal, le manque de profondeur de champ de l'appareil pour examiner l'intérieur du tube et en déceler des marques de fabrication, comme un sillon longitudinal interne (*infra*). De plus, la surface de l'or est partiellement recouverte d'une coloration rouge (une patine) et, au niveau des extrémités du tube comme sur le corps de la perle, la surface apparaît altérée (rugosités, boursouffures, dépôts) en raison des soudures du décor.

Toutefois, la connaissance que l'on a de ce type de perle largement diffusé du Proche-Orient au monde égéen et la pratique en atelier permettent clairement d'affirmer que la perle est formée dans une feuille d'or rectangulaire. Cette feuille résulte sans doute d'un martelage vertical à partir d'un lingot en forme de barre ⁷. La fabrication d'une feuille de moins de 2/10 mm d'épaisseur environ pour la réalisation d'un tube de 2,20 mm de diamètre extérieur ne nécessite pas un très long martelage de la pépite.

Afin de lui donner sa forme rectangulaire, un découpage, même grossier, au burin en bronze ou à la lame de silex, des bords de la feuille martelée a été nécessaire. Un brunissage ⁸ rapide des bords sur une pierre sableuse, tel un grès, a permis d'en arrondir le tranchant fraîchement dégagé. On imagine également que la surface de la feuille a pu être lissée ou brunie après sa mise en forme avec la tête du marteau (bronze, galet en pierre).

4. Je remercie vivement la DGAMS de m'avoir autorisé à étudier la collection d'or de Tell Banat entre 2009 et 2010 et exprime ma reconnaissance aux collègues du Musée national d'Alep, Ahmad Othman et Nasser Charaf, conservateurs des Antiquités orientales, qui ont largement contribué à la mise en place logistique de cette étude.

5. PRÉVALET 2013.

6. Une caméra Moritex avec des objectifs 50 et 120 x ont été utilisés.

7. Un lingot circulaire a également pu être utilisé, mais sa forme implique une étape de découpe supplémentaire pour obtenir une feuille rectangulaire.

8. Le brunissage est une technique de finition qui s'effectue par un mouvement de va-et-vient à la surface du métal. Ce procédé permet d'aplanir la feuille métallique.

La seconde étape consistait à former le tube qui constitue le corps de la perle. Plusieurs méthodes sont adaptées à ce type de travail : simple roulage de la feuille à la main, enroulement de la feuille autour d'un mandrin (une tige en bois par exemple) de 2 mm de diamètre, ou lissage de la feuille directement sur une forme arrondie ou une tige en matériau dur. La première proposition est la plus simple et la plus rapide, mais elle implique, semble-t-il, la superposition des bords de la feuille et, par conséquent, des différences d'épaisseur du tube ainsi formé. Les deux autres hypothèses offrent une meilleure régularité de la forme générale, mais requièrent l'enlèvement du support qui sert à l'enroulement (mandrin ou tige en bois, os ou métal).

Des comparaisons du matériel en or provenant de la même tombe de Tell Banat montrent que les perles tubulaires sont simplement formées d'une feuille enroulée sur elle-même ou autour d'un mandrin, avec les bords se superposant assez largement, laissant ainsi un espace plus épais au niveau de la jointure, endroit le plus fragile. Ces tubes, plus longs de 3 à 4 mm que celui de la perle concernée, mais au diamètre plus petit, ne portaient aucun décor et les bords longitudinaux des feuilles les constituant n'avaient été ni rigoureusement découpés, ni complètement brunis (**fig. 3**).

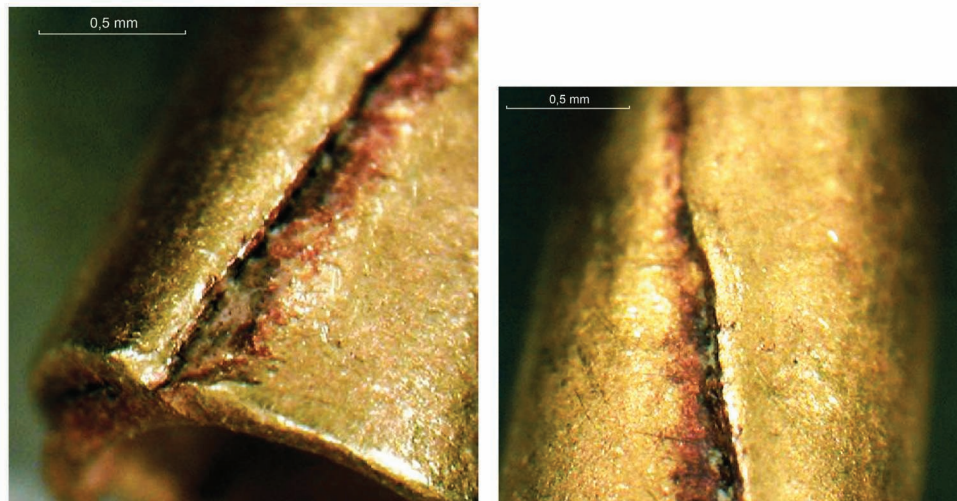


Figure 3. Perle tubulaire simple de Tell Banat – détails de la fabrication (x120).
Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.

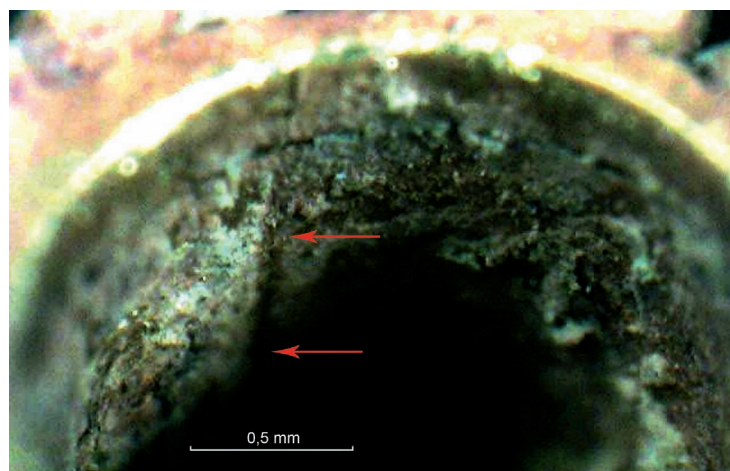


Figure 4. Sillon à l'intérieur de la perle, jointure des bords de la feuille (x120).
Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.

Des observations à fort grossissement (x 120) de la tranche d'une extrémité du tube ont permis d'identifier une sorte de sillon oblique, qui correspondrait à la jointure des deux bords de la feuille, très probablement juxtaposés (**fig. 4**).

En prolongeant l'examen de ce léger sillon de jointure sur le corps de la perle, il se pourrait — si nous acceptons que celui-ci ne suive pas un tracé parfait en ligne droite — qu'il passe sous l'une des lignes du décor qui le cache. Cette hypothèse devrait être vérifiée grâce à une méthode d'investigation qui améliore le champ d'observation (grossissement, profondeur, netteté), comme le microscope électronique à balayage (MEB).

Même si l'aspect général de la perle indique vraisemblablement une fabrication soignée et particulière, un découpage net des bords de la feuille ne peut être totalement avéré.

Un dernier point mérite d'être abordé : la fixation des bords de la feuille. Ont-ils été simplement juxtaposés, ou collés, ou même soudés ? La juxtaposition tangente des bords, sans collage ou soudure, semble peu probable. Sur les autres perles tubulaires de la collection, je n'ai pas constaté clairement et systématiquement de joints de soudure. Cependant, un mélange soudant — une soudure à base de sels de cuivre — a été appliqué, comme l'indiqueraient les rugosités de surface et la ligne rougeâtre qui parcourent le sillon de jointure sur toutes les perles observées. Parfois, les bords se touchent véritablement (condition pour que la soudure aux sels de cuivre puisse avoir lieu) (**fig. 3**, en bas) ; d'autres fois, un espace minuscule sépare les bords (absence de soudure) (**fig. 3**, en haut).

La capacité physique de l'or, malléable, à se souder à lui-même permet d'exercer un léger martelage, une pression ou un lissage des bords superposés. Pour assurer la résistance du tube et éviter l'écrasement, celui-ci devait être traversé par une tige dure qui aurait supporté la force de l'action exercée. Cette hypothèse reste difficilement envisageable dans le cas de la perle étudiée ; les bords ne paraissant pas se superposer, la surface de frappe n'était pas suffisamment large pour que ces opérations mécaniques produisent un assemblage des bords. Ces derniers devaient rester figés pour que la perle soit facilement manipulable pendant la décoration. Si une soudure n'a pas été réalisée, hypothèse impossible à vérifier, une substance collante aurait alors été nécessaire. Ce serait ensuite l'apport de soudure pour la réalisation du décor qui a fixé définitivement les bords de la feuille. Cette proposition me semble tout à fait adaptée : elle ne rend pas impossible la manipulation lors de la fixation du décor ; les aspérités de surface et la patine ont caché le sillon de jointure, aujourd'hui invisible. Les premiers résultats de la reconstitution expérimentale de l'objet confirment cette méthode de travail ⁹.

Si une soudure du tube a été effectuée avant l'apposition du décor, peu de possibilités techniques semblent se présenter. Une soudure autogène sur toute la longueur des bords de la feuille aurait été fortement dangereuse, risquant de provoquer la fusion du métal et la désintégration de l'objet. Cependant, rien n'empêche l'artisan de recommencer cette opération jusqu'à obtenir un résultat convenable, surtout s'il a à sa disposition plusieurs tubes déjà mis en forme. Mais une soudure aux sels de cuivre, telle qu'elle fut employée pour les autres perles tubulaires de Tell Banat, doit être envisagée voire privilégiée.

Bien que la collection des ors de Tell Banat ait livré de nombreuses pièces sur lesquels il est possible de s'appuyer pour définir le travail de l'or sur ce site, la perle décrite, unique, témoigne d'une réalisation faisant appel à un savoir-faire très particulier. Son décor est également caractéristique de l'originalité et de l'unicité des compétences techniques qui ont été spécifiquement mobilisées.

La décoration : témoin d'une période d'innovation technique

La décoration de la perle se distingue par l'emploi de deux techniques, le filigrane et la granulation, impliquant le recours à des méthodes d'assemblage à chaud, les soudures.

L'emploi du filigrane — technique de décor à base de fils ¹⁰ — est représenté sur la perle par des alvéoles de fils, d'environ 1 mm d'épaisseur, entourant un gros granule (**fig. 5**).

9. Le dossier expérimental sera publié dans un autre cadre dès qu'il sera complètement achevé.

10. Voir, par exemple, ODDY 1977 pour les techniques anciennes de fabrication des fils.

La morphologie de ces fils a été transformée au cours du temps par des usures de surface qui rendent la lecture plus complexe. L'aspect actuel rend compte de bandelettes quadrangulaires d'épaisseurs variables dont la surface visible est irrégulière et légèrement bombée. Par ailleurs, chaque fil présente des incisions de forme triangulaire ou rectangulaire, disposées transversalement à espace régulier tout au long des bandelettes. Ces marques, rehaussées d'une coloration rouge (patine), ont semble-t-il été inscrites plus ou moins profondément dans l'épaisseur de l'or. Certaines d'entre elles sont aujourd'hui à peine repérables.

La morphologie usée de ces fils rend l'identification difficile. Néanmoins, après une longue observation à partir de microphotographies, il est possible d'identifier ces éléments comme des fils de section carrée. Les traces incisées ont d'abord fait penser à du fil tors — bandelette quadrangulaire tordue sur elle-même — qui aurait été fortement usé. Or les bords externes des fils sont absolument tous droits. Les arêtes supérieures, quant à elles, sont arrondies et ont tendance à s'étaler vers les bords externes. Grâce à des essais en atelier, on suggère une production de ces fils à partir de lanières rectangulaires plates soudées de chant à la perle et sur lesquelles une pression est exercée à l'aide d'une pointe ou d'un petit burin à tête en V. La languette ainsi rabattue porte les traces imprimées par l'outil et forme un anneau de section quadrangulaire ¹¹. Constitue-t-il le témoin d'un des plus anciens fils ornementaux, type de fil surtout employé au I^{er} millénaire, notamment à l'époque hellénistique ? Bien qu'il existe au Bronze ancien, à Troie (période IIg), des fils plats incisés ¹² qui pourraient évoquer la version de Tell Banat, l'unicité stylistique et technique de celle-ci ne rappelle, à ma connaissance, aucune comparaison au Bronze ancien dans l'ensemble de la Méditerranée orientale et au Proche-Orient. Au-delà de cette hypothèse, l'expérimentation indique que la production de ce décor atteste véritablement un savoir-faire rigoureux et une expérience artisanale solide de la part de l'artisan, qui a pu adapter la technique aux contraintes morphologiques de l'objet et du style ornemental désiré.

Le second procédé de décoration employé — la granulation, décor à base de granules ¹³ — est directement lié au filigrane : du point de vue stylistique, l'association des deux techniques dessine volontairement un motif reconnaissable ; du point de vue technique, les étapes d'application et d'assemblage qu'elles impliquent sont identiques et simultanées.

La granulation se caractérise par l'emploi de granules sphériques fixés au tube. Ils occupent l'espace central des compartiments circulaires de fils plats disposés en frise (**fig. 5**). Ces granules ont un gros calibre, atteignant le millimètre. Ils devaient être assez réguliers à l'origine, mais l'usure empêche de le remarquer.

De plus, une ligne de 17 granules juxtaposés souligne le bord des extrémités du tube. Là encore, la rondeur des éléments a été gravement affectée par les frottements d'usure qui empêchent de se rendre compte du réel volume des billes (**fig. 6 et 8**).

Elles apparaissent aujourd'hui avec des faces plus ou moins convexes mais largement rabotées. L'observation de la tranche du tube, vue de face, conduit à décrire les granules comme des têtes de champignon. Il est donc difficile d'avoir une idée concrète de la qualité artistique et technique des motifs granulés originels ; cependant, les mesures effectuées permettent de fixer les calibres de ces granules entre 5 et 6/10 de mm. Ce calibre moyen pourrait probablement être légèrement augmenté mais, de manière générale, il correspond au calibrage traditionnel repéré ailleurs au Proche-Orient et en Anatolie aux III^e et II^e millénaires.

Reste alors à déterminer le processus mis en œuvre pour l'assemblage des fils et des granules d'or au tube. Un tel assemblage ne s'effectue qu'à chaud, à l'aide d'un procédé de soudure. Son identification en bijouterie antique est toujours délicate car sujette à controverse en fonction de la lecture des traces

11. Cette hypothèse m'a été suggérée et techniquement démontrée par mon collaborateur principal à l'atelier, F. Allier, que je remercie.

12. *Trésor de Troie*, p. 48-50, cat. 13-14, p. 114-115 et 138, cat. 123 et 157, p. 178, cat. 232.

13. Voir, par exemple, l'ouvrage de WOLTERS 1983 pour une étude précise de la granulation.

encore présentes — qui ont pu subir des altérations de forme, d'état de surface et de couleurs au cours du temps.

À l'âge du Bronze, les soudures de l'or sont réalisées à des températures élevées, légèrement inférieures à 1063 °C, point de fusion du métal précieux pur. Plusieurs procédés étaient choisis par les artisans selon leurs compétences et la difficulté du travail à effectuer. L'expérience accumulée des bijoutiers orientaux depuis le début du III^e millénaire et les méthodes inhérentes à ce travail héritées et transmises leur permettaient déjà de trouver la solution adaptée aux problèmes auxquels ils étaient confrontés.

À Tell Banat, la soudure aux sels de cuivre — mélange composé essentiellement d'oxydes de cuivre et de colle ¹⁴ — a sans doute été employée pour fixer les fils et les granules sur le tube. Les joints sont matérialisés par des points, discontinus et peu épais (**fig. 7**).



Figure 5. Filigrane. Décor de fil incisé entourant un granule (x120).
Musée national d'Alep, M/11568
© R. Prévalet.



Figure 6. Granulation. Décor de ligne de granules usés sur les bords du tube (x120). Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.



Figure 7. Assemblage. Soudure aux sels de cuivre de la frise de fils et de granules du tube (x120).
Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.



Figure 8. Assemblage. Brasage du décor de granules à l'anneau fixé aux extrémités du tube (x120).
Musée national d'Alep, M/11568 © R. Prévalet.

14. La nature des oxydes de cuivre (sous forme de sels) et de la colle, organique ou végétale, est variée et peut dépendre des ressources disponibles.

Un brasage — ajout d'un paillon ¹⁵ de métal allié — aurait plus probablement rempli les interstices laissés vides entre les fils et la surface arrondie du tube. Par ailleurs, l'examen microscopique a mis en évidence l'état des surfaces autour des joints de soudure. La coloration rougeâtre foncée ainsi que les boursoufflures pourraient résulter du phénomène de diffusion du cuivre à l'emplacement de l'application du mélange soudant — aspects déjà observés sur des essais expérimentaux ¹⁶.

Le brasage ne doit pas être exclu, car il est intervenu ponctuellement, dans un second temps, pour renforcer ou réparer une soudure trop fragile. Mais il a surtout été employé pour la fixation des anneaux de granules sur les bords de la perle (**fig. 8**).

En effet, alors que quelques granules reposent sur des joints assez fins, d'autres sont complètement noyés dans une couche de métal jaune foncé apportée par le brasage (la brasure). Celle-ci remplit les interstices entre les granules et forme une couche épaisse presque uniforme, malgré la présence de quelques anfractuosités. Des inclusions rougeâtres indiqueraient un manque d'homogénéité de l'alliage soudant, dû à un apport localisé d'un taux de cuivre plus élevé, soit par ajout d'un paillon d'alliage soit par application du même mélange aux sels de cuivre utilisé pour le décor du tube. Concernant l'anneau sur lequel les granules sont fixés, la partie externe de la soudure de l'anneau a visiblement reçu le même soin d'application que la soudure du décor, car les mêmes rugosités rougeâtres sont observables. En revanche, à l'intérieur, on constate que les anneaux n'étaient pas fixés bien à plat contre les bords du tube, ce qui n'a pas permis de produire un joint continu et résistant sur toute la longueur des anneaux. Certaines zones à l'intersection entre les anneaux et le tube ne laissent plus apparaître le sillon de jointure des deux éléments. Il est possible qu'à ces endroits un apport de métal, par brasage, ait été appliqué pour renforcer la soudure interne, sans altérer la surface visible de l'objet.

La décoration figurée rendue par l'arrangement précis de fils et de granules atteste donc un niveau technique rarement égalé au cours du III^e millénaire. La mise en œuvre de procédés techniques nécessitant un assemblage à chaud, intentionnellement sélectionnés, pour une représentation iconographique particulière, distingue la perle de la grande majorité des autres pièces de bijouterie de la collection de Tell Banat. Elle confère à l'objet une identité singulière et une fonction spécifique (sociale, symbolique ?). Du point de vue de l'artisanat de l'or protohistorique, cette pièce unique remet en cause un certain nombre d'hypothèses au sujet de l'invention et de la diffusion des techniques du filigrane et de la granulation.

REMISE EN QUESTION DE L'ORIGINE DE LA GRANULATION ET DU FILIGRANE ?

L'analyse de cette perle soulève plusieurs questions d'ordre historique. Tout d'abord, elle atteste la connaissance des techniques de filigrane, de granulation et de soudure au cours de la seconde moitié du III^e millénaire dans une région où les témoignages sont rares à cette période. À Mari, le filigrane apparaît au cours de la seconde moitié du III^e millénaire à l'époque de la ville II ¹⁷, la granulation y est connue à la période shakkanaku, à la fin de ce millénaire. Mais aucun objet décoré des deux techniques de décoration n'est attesté le long de l'Euphrate avant la bijouterie shakkanaku de Mari ¹⁸. Par ailleurs, la perle de Tell Banat précède sans doute la perle et le pendentif filigranés d'Umm el-Marra (BA IVA) ¹⁹, les boucles d'oreilles granulées de la tombe 20 d'Assur (période akkadienne) ²⁰, les perles filigranées en or et la

15. Un paillon d'alliage est un morceau de métal allié, c'est-à-dire ayant une température de fusion plus basse que celle de l'or pur. Dans le cas du brasage, le paillon doit avoir une température inférieure à celle de l'or utilisé pour les éléments à assembler.

16. Certains résultats de ces expérimentations sont disponibles dans ma thèse de doctorat. Cf. PRÉVALET 2013, p. 261-262 et surtout les illustrations d, e et f de la pl. XXXV.

17. Le fil y est connu dès la ville I pour la fabrication d'une chaînette. Cf. NICOLINI 2010, p. 71, n° 149.

18. Pour l'apparition du filigrane à Mari, cf. NICOLINI 2010, p. 70-71 ; pour la granulation, p. 72 et n° 24, 74, 137 ; pour les deux techniques utilisées sur un même objet, p. 244-245, n° 137, pl. 455-457.

19. SCHWARTZ *et al.* 2003, p. 334, fig. 14 et 15.

20. HARPER *et al.* 1995, p. 55-56, n° 35.

perle granulée en argent de Tell Brak (période akkadienne)²¹ et le pendentif de la « Jarre Montet » de Byblos (début du Bronze moyen I)²². L'antériorité de cette perle s'inscrit donc dans un cadre territorial bien plus vaste que la seule région de l'Euphrate ; elle précéderait les premiers témoignages connus à ce jour de la côte levantine à la Djezireh.

La perle témoigne déjà de l'association du filigrane et de la granulation, une pratique qui deviendra par la suite, au II^e millénaire surtout, une constante de la bijouterie d'or au Proche-Orient et en Méditerranée orientale. Les incertitudes chronologiques ne permettent pas encore d'établir l'antériorité de la perle de Tell Banat par rapport aux productions mésopotamiennes, troyennes et anatoliennes. À Sumer, le filigrane apparaît dans la bijouterie du cimetière royal d'Ur, daté vers 2600-2500 av. J.-C.²³. La granulation y est aussi représentée sur une boucle d'oreille²⁴. En Troade, les attestations sont plus nombreuses à Troie (période II g) et à Poliochni (période Jaune), sur l'île de Lemnos dans le Nord-Est égéen, où les deux techniques sont employées seules ou associées. Ces contextes sont datés vers 2300 av. J.-C., période où la production d'objets en or se développe particulièrement au Palais G d'Ebla et dans les tombes d'Umm el-Marra en Syrie, à Kültepe et à Eskiypar en Anatolie centrale. Dans cette région, le filigrane et la granulation apparaissent après 2300 av. J.-C. au BA III. Ainsi, d'après les chronologies actuelles, on peut dire que la perle de Tell Banat, datée entre 2600 et 2300 av. J.-C., se situe dans l'intervalle des contextes d'Ur et de Troade.

Malgré ces problèmes d'attribution chronologique, l'existence de cette perle doit au moins contribuer à alimenter le débat autour de l'invention de la technique de la granulation et plus largement du ou des foyers d'innovation dans le travail de l'or²⁵.

Tell Banat s'inscrit à mi-chemin entre les contextes mésopotamien et troyen. Par sa localisation géographique dans la moyenne vallée de l'Euphrate (haut Euphrate syrien), le site constitue une étape sur la route qui relierait la Mésopotamie à la Troade. Il apporte surtout de nouvelles pistes de réflexion sur l'établissement et le développement des réseaux d'échanges du Proche-Orient à l'Égée et réciproquement. En effet, même si les comparaisons morpho-stylistiques permettent de reconnaître des traits similaires ou des répertoires communs, subsiste la question de la diffusion des techniques utilisées pour créer ces motifs partagés. Mais aborder une telle problématique nécessite, au préalable, de définir l'apparition des techniques sur chaque site étudié, à partir de chronologies précises, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui, ni à Ur, ni à Troie, ni à Tell Banat. De même, avancer l'antériorité de la granulation troyenne par rapport aux autres en s'appuyant sur un critère quantitatif n'est pas plus légitime. Reste alors l'objet lui-même. Une analyse approfondie des bijoux permet, au moins partiellement, de combler les lacunes archéologiques et chronologiques.

L'or de Tell Banat dans le contexte proche-oriental de la seconde moitié du III^e millénaire

Tout d'abord, bien qu'il existe des perles tubulaires, formées d'une feuille d'or enroulée sur elle-même, en Mésopotamie, en Troade et même en Crète, la perle de Tell Banat est unique par la présence de son décor. Ce caractère singulier est d'autant plus important qu'il est marqué par l'emploi des techniques de décoration à chaud, considérées comme « complexes » pour cette période. Mais l'objet présente aussi des traits stylistiques communs aux répertoires mésopotamien, proche-oriental et troyen.

21. MALLOWAN 1947, p. 177-178, pl. XXXV-XXXVI, n° 11 ; p. 177, pl. XXXIII, n° 22.

22. MONTET 1929, pl. LXIII, n° 411 ; TUFNELL & WARD 1966, p. 189-192, n° 85, pl. XV.

23. Cf. notamment WOOLLEY 1934, p. 588 (BM 122706) ; MAXWELL-HYSLOP 1971, p. 6, pl. 8a (BM 121427) ; NICOLINI 1990, p. 101 ; ZETTLER & HORNE 1998, p. 121, cat. 92 (Philadelphie 30-12-553, 555, 707b, 708b), p. 122, cat. 98 ; RENÉ-HUBERT 2005, p. 127-129 (BM 121424) ; *Art of the First Cities*, p. 128, cat. 76 (BM 122207 et 122208).

24. WOOLLEY 1934, pl. 138 (Bagdad IM 8256). Deux autres objets granulés sont également attestés, mais leur absence dans les inventaires de la mission pose problème : une perle annulaire et un fragment de feuille. Cf. MAXWELL-HYSLOP 1977, p. 83, pl. I a-b.

25. La question de l'invention des techniques de bijouterie et de leur diffusion — entre Proche-Orient et Troade — a notamment été abordée par BASS 1966 et 1970 et YOUNG 1972.

En effet, l'astre que semblerait dessiner le motif qui se démultiplie en ligne sur le tube existe au Proche-Orient tout au long de l'âge du Bronze, alors que l'anneau de granule soudé sur les bords de la perle rappelle les perles annulaires de Troie et de Tell Brak ²⁶.

Au niveau technique aussi, des comparaisons peuvent être établies. Les perles annulaires susmentionnées sont composées de granules assez bien calibrés et soudés les uns aux autres. Ce type de réalisation fait écho au modèle de la perle mésopotamienne à six granules ²⁷. Au-delà du III^e millénaire, l'assemblage de granules en anneau devient plus fréquent au cours de l'âge du Bronze, à partir des environs du milieu du II^e millénaire : au Levant, il est attesté à Alalakh et surtout à Qatna et Kamid el-Loz ; on trouve aussi ce type d'anneau en Grèce continentale (Mycènes, Thèbes par exemple), où l'emploi de granules pour la réalisation de ces perles annulaires semble minoritaire par rapport à l'emploi de globules creux.

Le motif, éventuellement d'inspiration astral — une étoile à plusieurs branches ? —, tel que le forme le gros granule entouré d'un fil de type ornemental, est à ma connaissance un témoignage propre à Tell Banat, du moins dans sa conception. En effet, deux paires de boucles d'oreilles en forme de corbeille et à pendeloques provenant du trésor A de Troie présente une frise de motifs similaires, qui serait également composé d'un fil incisé entourant un granule ²⁸.

D'autres perles découvertes dans la tombe 7 de Tell Banat présentent des traits morpho-stylistiques et techniques divers. D'abord, le pendentif semi-circulaire ²⁹, très certainement coulé à la fonte à cire perdue — comme l'indiquent les décors inscrits du pourtour de l'objet — est orné en son centre d'un losange dessiné par deux fils tors contrariés (**fig. 9**).

Un tel usage des fils tors, disposés de façon à ce que les spires forment un motif d'arête de poisson, est surtout caractéristique de la bijouterie proche-orientale. Le fil tors apparaît en Égypte au temps de la I^{re} Dynastie à Umm el-Qa'ab, puis en Mésopotamie à Ur au milieu du III^e millénaire, où il décore de manière contrariée des perles biconiques et un fourreau de la tombe PG 580 ³⁰. Il est aussi utilisé en filigrane libre pour former la structure — et le décor — de bagues ³¹. On le trouve au cours de la seconde moitié du III^e millénaire à Mari (« Trésor d'Ur »), Tell Brak, Umm el-Marra, Assur puis Byblos et Ebla au Bronze moyen. En Troade, il est représenté par un bracelet du trésor A de Troie (Phase II g), dont la composition en filigrane libre de deux fils tors contrariés encadrés de fils ronds fait clairement écho aux bagues d'Ur ³². À Poliochni (Phase Jaune), le fil tors décore très simplement les détails anatomiques des animaux de l'épingle et entoure les ornements coniques d'une boucle d'oreille ³³. Le fil tors de Poliochni se distingue des autres témoignages : il est employé seul, exclusivement en filigrane sur fond ; il souligne des éléments mais ne sert pas à former des cadres décoratifs comme c'est



Figure 9. Pendentif massif coulé et orné de filigrane. Musée d'Alep, M/11296 © R. Prévalet.

26. BLEGEN *et al.* 1950, p. 351, n° 35-561, fig. 356-357 ; MALLOWAN 1947, p. 177, n° 22, pl. XXXIII.

27. MAXWELL-HYSLOP 1977, p. 83, pl. I a ; OGDEN 1982, p. 65, fig. 4: 55. Le lieu de conservation de cette perle n'étant pas connu, il est impossible à ce jour de l'examiner.

28. *Trésor de Troie*, p. 48-50, cat. 13-14.

29. MCCLELLAN 1999, p. 109 ; *Art of the First Cities*, n° 126.

30. MAXWELL-HYSLOP 1971, p. 6, pl. 8 a et p. 36-37 ; WOOLLEY 1934, pl. 151 (U.9361).

31. ZETTLER & HORNE 1998, p. 121, cat. 92 (Philadelphie 30-12-553, 555, 707b, 708b) ; WOOLLEY 1934, pl. 138 (BM 121375).

32. *Trésor de Troie*, n° 74.

33. BERNABÓ-BREA 1957, fig. 6.

le cas en Mésopotamie et au Levant. La perle de Tell Banat se situe donc encore à mi-chemin entre Ur et Troie. Un site d'Anatolie centrale s'insère sur cette longue route : à Kültepe, un médaillon du BA II est décoré d'une série de fils concentriques parmi lesquels deux fils tors contrariés ³⁴.

Ainsi, à travers cette analyse technique, il semble possible de tracer un réseau de diffusion de procédés artisanaux entre le Sud de la Mésopotamie et la pointe nord-ouest de l'Anatolie en Troade, en passant par l'Euphrate et l'Anatolie centrale, deux étapes intermédiaires. D'après les chronologies actuelles, ce réseau s'est progressivement construit et développé au cours de la seconde moitié du III^e millénaire (vers 2500-2300 av. J.-C.). Le point essentiel à mettre en évidence est l'identification de la nature des savoirs diffusés et de la direction empruntée par cette diffusion. Si l'on accepte que les tombes PG 580 et 800 d'Ur remontent au Dynastique archaïque III, alors le fil tors apparaît en Mésopotamie dans l'intervalle formé par la datation de la perle de Tell Banat. La technique se diffuserait alors en Mésopotamie, en Syrie puis en Anatolie à Kültepe, avant d'arriver en Troade à Troie vers 2300 av. J.-C. Une investigation plus large est requise pour identifier l'origine véritable des techniques en circulation et envisager l'ensemble des réseaux de diffusion directe et indirecte qui interagissent avec l'aire géographique considérée.

Le rôle de l'artisan dans les transferts de techniques

La fabrication d'un fil tors ne requiert en soi aucune compétence spécifique. Il suffit de tourner sur elle-même une bandelette rectangulaire ou carrée. Donc, en théorie, un artisan de l'or peut facilement reproduire un décor de filigrane en fil tors, uniquement par l'observation d'un objet. Néanmoins, la morphologie d'un fil tors dépend des savoir-faire engagés lors de sa fabrication : l'enjeu consiste à maîtriser la torsion de la bandelette, à l'aide des doigts placés à chaque extrémité, afin de créer des spires complètes, qu'elles soient lâches, espacées, ou serrées et régulières. Le jeu des mains, stables ou mobiles, en sens inverse l'une de l'autre, et des doigts, immobiles, frottés, placés aux extrémités ou à un endroit du fil, est essentiel ; ainsi, une bonne manipulation nécessite, malgré la simplicité de la chaîne opératoire, l'expérience suffisante pour reproduire un fil de qualité ³⁵. Par exemple, les fils tors aux spires incomplètes et très espacées de l'épingle de Poliochni font manifestement preuve d'un manque de pratique ou de rigueur dans l'exécution. Or les fils tors roulés de Tell Banat, Kültepe et Troie paraissent de très bonne facture et comparables aux fils mésopotamiens. Mais le transfert de compétences techniques ne peut se justifier que par un contact direct, plus ou moins long et interactif, entre artisans.

Dans le cas de la granulation, il s'avère aussi délicat de déterminer véritablement le transfert de savoir entre artisans au III^e millénaire, en ne s'appuyant que sur quelques exemples. Il existe plusieurs méthodes de fabrication des granules, chacune pouvant produire des granules relativement identiques et réguliers, mais avec des moyens différents. Selon la méthode, un travail important de tri et de calibrage peut aussi être envisagé. Par exemple, il peut sembler, d'après des critères morphologiques, que les granules de la perle de Tell Banat aient été obtenus à l'aide de deux procédés : l'un pour les granules réguliers et de calibre moyen ; l'autre pour les granules les plus gros. Mais l'hypothèse qu'une seule méthode de fabrication ait été employée ne doit pas être écartée. En effet, une fusion sur pain de charbon, au chalumeau à bouche, de paillons d'or individuels, de dimensions inégales, permet d'obtenir de tels granules. C'est là encore la singularité de la perle de Tell Banat qui autorise à suggérer qu'elle fut produite par un artisan expérimenté, capable d'appliquer des choix techniques précis et adaptés aux contraintes du travail de l'or (économie ou non de métal, morphologie de l'objet, représentations idéologiques ou symboliques...). En général, on peut ajouter ici que les savoir-faire mobilisés sont bien spécifiques : la fabrication de granules réguliers de différents calibres, la création de fils ornementaux à partir d'un fil plat simple et d'incisions, la maîtrise relative de deux méthodes de soudure adaptées à deux types d'application.

34. ÖZGÜÇ 1986, p. 42, fig. 3.36.

35. Pour une reconstitution illustrée de la technique du fil tors utilisé en Méditerranée orientale à l'âge du Bronze, cf. PRÉVALET 2013, p. 100-103, fig. 30.

L'ensemble des caractéristiques techniques révélées par l'analyse microscopique de la perle tend à indiquer que le ou les artisans ayant participé à sa production possédaient des compétences déjà évoluées. Leur pratique du travail de l'or est telle qu'elle a permis de créer une pièce, qui a pu s'inspirer de styles et peut-être de techniques encore rares au milieu du III^e millénaire, mais qui est avant tout unique et démontre un esprit de créativité propre à Tell Banat. Le reste de la production de bijoux et d'ornements réalisées en produits exogènes — de luxe — comme les bouchons de style floral en lapis-lazuli incrusté de pétales d'or confirment l'existence d'un artisanat original, précurseur, voire innovant dans l'emploi de techniques spécifiques tels que le filigrane associé à la granulation, les procédés de brasage et de soudure aux sels de cuivre et l'association de la pierre et du métal. Le haut degré de technicité et l'inventivité dont font preuve la perle et la collection des ors de Tell Banat sont singuliers. Pourtant, cela ne doit pas empêcher de considérer l'impact d'influences extérieures tant sur le choix des procédés techniques que sur l'expression stylistique des bijoux. Une stimulation venue de Mésopotamie est notamment envisageable : le filigrane, le brasage et l'association de matériaux y sont clairement attestés à une époque contemporaine de Tell Banat. Mais ce sont bien des artisans particuliers qui ont inventé le fil ornemental incisé pour former un motif dont le centre est un gros granule, ou qui ont joué avec les calibres de la granulation en fonction de l'aspect esthétique recherché, ou encore qui ont expérimenté plusieurs méthodes de soudures sélectionnées selon le travail à exécuter. Finalement, il est impossible de connaître l'identité exacte de ces artisans (locaux, Syro-Mésopotamiens, Anatoliens ?), ni de définir si la perle fut réellement produite à Tell Banat.

La technique de Tell Banat comme marqueur chronologique

L'analyse présentée fournit des renseignements qui devraient être pris en compte pour préciser la datation de la perle et son contexte de découverte. L'or subit des refontes incessantes et un bijou en or revêt une connotation multiple (sociale, idéologique, symbolique, culturelle) qui, comme aujourd'hui, a pu se transmettre pendant plusieurs générations. Toutefois, le matériel en or de Tell Banat fait appel à une série de techniques diverses, qui pourraient permettre d'affiner sa datation, par analogie avec d'autres collections, telles celles mentionnées ici (Ur, Troie, Poliochni, Mari, Umm el-Marra). Bien que ces analogies reposent, trop souvent, sur des datations incertaines ou restant à confirmer, la datation *post quem* de la collection établie à partir des données techniques confirme celle établie par l'analyse du reste de la culture matérielle de Tell Banat entre 2600 et 2300 av. J.-C. Doit-on rapprocher davantage cette collection de la datation des ors de Troie, plutôt vers 2300 av. J.-C., qui présentent de nombreuses ressemblances morpho-stylistiques et probablement techniques ? Cette réflexion doit encore mûrir, car elle doit prendre en considération des paramètres multiples tant au sein de la culture matérielle et des données stratigraphiques de Tell Banat que des sites de Mésopotamie, de l'Euphrate, de la Syrie occidentale et de l'Anatolie. Une synthèse sur l'apport de la technologie à la datation des ors de Tell Banat sera rédigée dans la publication finale de la mission archéologique.

BIBLIOGRAPHIE

- ARUZ (J.) éd.
2003 *Art of the First Cities, The Third Millennium B.C. from the Mediterranean to the Indus*, The Metropolitan Museum of Art, New York, Yale University Press, New Haven, Londres.
- BASS (G. F.)
1966 « Troy and Ur, Gold Links between Two Ancient Capitals », *Expedition (Summer)*, p. 27-39.
- BASS (G. F.)
1970 « A Hoard of Trojan and Sumerian Jewelry », *AJA*, 74/4, p. 335-341.
- BERNABÒ-BREA (L.)
1957 « A Gold Treasure Comparable with the 'Great Treasure' of Troy: a remarkable discovery from a 4500-year-old site on the isle of Lemnos », *The Illustrated London News* (August 3), p. 197-199.
- BLEGEN (C. W.), CASKEY (J. L.), RAWSON (M.) & SPERLING (J.)
1950 *Troy, I, General Introduction: the First and Second Settlements*, Princeton.
- DEL OLMO LETTE (G.) & MONTERO FENOLLOS (J.-L.) éd.
1999 *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates, the Tishrin Dam Area (Aula Orientalis-Supplementa)*, Barcelone.
- HARPER (P. O.), KLENGEL-BRANDT (E.), ARUZ (J.) & BENZEL (K.)
1995 *Discoveries at Ashur on the Tigris: Assyrians origins. Antiquities in the Vorderasiatisches Museum*, Berlin, New York.
- MALLOWAN (M. E. L.)
1947 « Excavations at Brak and Chagar Bazar », *Iraq* 9, p. 1-259.
- MAXWELL-HYSLOP (K. R.)
1971 *Western Asiatic Jewellery, c. 3000-612 BC*, Londres.
- MCCLELLAN (T.) & PORTER (A.)
1999 « Survey of Excavations at Tell Banat: Funerary Practices », DEL OLMO LETTE & MONTERO FENOLLOS 1999, p. 107-116.
- MONTET (P.)
1929 *Byblos et l'Égypte, Quatre campagnes de fouilles à Gebeil (1921-1924)*, BAH, 11, Paris.
- NICOLINI (G.)
1990 *La technique des ors antiques : la bijouterie ibérique du VII^e au IV^e siècle*, Paris.
- NICOLINI (G.)
2010 *Les ors de Mari* (BAH, 192), Beyrouth.
- ODDY (W. A.)
1977 « The Production of Gold Wire in Antiquity », *Gold Bulletin*, 10/3, p. 79-87.
- OGDEN (J.)
1982 *Jewellery of the ancient world*, Londres.
- ÖZGÜÇ (T.)
1986 « New observations on the Relationship of Kültepe with Southeast Anatolia and North Syria during the Third Millennium B.C. », J. V. CANBY, E. PORADA, B. S. RIDGWAY & T. STECH (éd.), *Ancient Anatolia, Aspects of Change and Cultural Development. Essays in Honor of Machteld J. Mellink*, Wisconsin, p. 31-48.
- PORTER (A.)
1999 « The Ceramic Horizon of the Early Bronze in the Upper Euphrates », DEL OLMO LETTE & MONTERO FENOLLOS 1999, p. 311-320.
- PORTER (A.)
2002a « The Dynamics of Death. Ancestors, Pastoralism and the Origins of a Third Millennium City in Syria », *BASOR*, 325, p. 1-36.
- PORTER (A.)
2002b « Communities in Conflict: Death and the Contest for Social Order in the Euphrates River Valley », *NEA*, 65/3, p. 156-173.
- PORTER (A.)
2007a « The Ceramic Assemblages of the Third Millennium in the Euphrates Region », M. AL-MAQDISSI, V. MATOIAN & Ch. NICOLLE (éd.), *Céramique de l'âge du Bronze en Syrie, II. L'Euphrate et la région de Jézireh* (BAH, 180), Beyrouth, p. 3-20.
- PORTER (A.)
2007b « You Say Potato, I Say... Typology, Chronology and the Origin of the Amorites », C. MARRO & C. KUZUCUOĞLU (éd.), *Sociétés humaines et changement climatique à la fin du Troisième Millénaire : une crise a-t-elle eu lieu en Haute-Mésopotamie ?* (Varia Anatolica, XVIII), Paris, p. 69-115.
- PORTER (A.)
2007-2008 « Evocative Topography: Experience, Time and Politics in a Landscape of Death », G. BARTOLONI & M. G. BENEDETTINI (éd.), *Sepolti tra i vivi. Evidenza ed interpretazione di contesti funerari in abitato. Atti del Convegno*

- Internazionale (Scienze dell'Antichità*, 15), Rome, p. 71-90.
- PORTER (A.) & McCLELLAN (T.)
1998 « The Third Millennium Settlement Complex at Tell Banat: Results of the 1994 Excavations », *DamMitt*, 10, p. 11-63.
- PRÉVALET (R.)
2013 *La décoration des pièces d'orfèvrerie-bijouterie en Méditerranée orientale à l'âge du Bronze : techniques, productions, transmissions*, thèse de doctorat, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- PRÉVALET (R.)
sous presse « Bronze Age Syrian Gold Jewellery. Technological Innovation », H. MELLER, E. PERNICKA & R. RICH (éd.), *Early Gold and Silver, Proceedings of the 6th Archaeological Congress of Central Germany of the State Office of Heritage Management and Archaeology Saxony-Anhalt (LDA)*, Halle.
- RENÉ-HUBERT (E.)
2005 *La bijouterie d'or sumérienne : approche technique, stylistique et sociale*, thèse de doctorat, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- SCHWARTZ (G. M.), CURVERS (H. H.), DUNHAM (S. S.) & STUART (B.)
2003 « A Third-Millennium B.C. Elite Tomb and Other New Evidence from Tell Umm el-Marra, Syria », *AJA*, 107/3, p. 325-361.
- TUFNELL (O.) & WARD (W. A.)
1966 « Relations between Byblos, Egypt and Mesopotamia at the end of the third millenium B.C. A Study of a Montet Jar », *Syria*, 43/3-4, p. 165-241.
- Trésor de Troie*
- TOLSTIKOV (V. P.) & TREISTER (M. Y.), *Le trésor de Troie. Les fouilles d'Heinrich Schliemann*, cat. exposition, Moscou, 1996.
- WOLTERS (J.)
1983 *Die Granulation: Geschichte und Technik einer alten Goldschmiedekunst*, Munich.
- WOOLLEY (C. L.)
1934 *Ur Excavations, II: The Royal Cemetery*, Londres, Philadelphie.
- YOUNG (W. J.)
1972 « The Fabulous Gold of the Pactolus Valley », *Bulletin of Boston Museum of Fine Arts*, 70, p. 5-13.
- ZETTLER (R. L.) & HORNE (L.)
1998 *Treasures from the Royal Tombs of Ur*, Philadelphie.